



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta textilní



# NOSITELNÁ ELEKTRONIKA PRO ODĚVY S CÍLEM MONITOROVÁNÍ POLOHY NOSITELE ODĚVŮ

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B3107 – Textil

*Studijní obor:* 3107R004 – Technologie a řízení oděvní výroby

*Autor práce:* **Michal Martinka**

*Vedoucí práce:* doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC  
Faculty of Textile Engineering



# WEARABLE ELECTRONICS FOR CLOTHES THE PURPOSE OF MONITORING THE POSITION WEARER OF THE APPAREL

## Bachelor thesis

*Study programme:* B3107 – Textil

*Study branch:* 3107R004 – Clothing production technologies and  
management

*Author:* **Michal Martinka**

*Supervisor:* doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Martinka**  
Osobní číslo: **T11000210**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**  
Název tématu: **Nositelná elektronika pro oděvy s cílem monitorování polohy nositele oděvů**  
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši týkající se elektroniky aplikované do Smart oděvů s možností monitorování různých veličin včetně polohy nositele oděvu.
2. Vyzkoušejte vytypované zařízení pro měření polohy nositele oděvu a aplikací pro záchranáře, hasiče, policisty vojáky.
3. Vyhodnoťte použitá zařízení a zhodnoťte jejich přesnost, spolehlivost a elektronické parametry a možnosti uplatnění Smart oděvů.



Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná


Seznam odborné literatury:

- TAO, Xiaoming. Intelligent textiles and clothing: technology and applications. Editor H Mattila. Cambridge: Woodhead, 2006, 506 s. ISBN 18-456-9005-2.
- INSTITUTE, Ed. by L. Van Langenhove. The Textile. Smart textiles for medicine and healthcare: materials, systems and applications. 1. ed. Boca Raton, Fla. [u.a.]: CRC Press, 2007. ISBN 978-142-0044-485.
- HAVELKA, Antonín, Milan BAXA. Smart Clothing: 7th Textile Science 2010, Technical University in Liberec, 2010, Czech Republic, ISBN 978-80-7372-635-5.
- JAYARAMAN, Sundaresan, Paul KIEKENS a Ana Marija GRANCARIC. Intelligent textiles for personal protection and safety: "smart textiles". Washington, D.C.: IOS Press, c2006, 147 s. ISBN 15-860-3599-1.


Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.  
Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce: 2. listopadu 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 19. května 2014

  
Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



  
doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. listopadu 2013

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:  
14.5.2014

Podpis:



## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych zde poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Antonínu Havelkovi za pomoc a cenné rady. Dále bych rád poděkoval společnosti Guardys a Eurosat za zapůjčení sledovacích jednotek.



## ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá studiem "Smart" materiálů a snímacích systémů. Je hlavně zaměřena na monitorování polohy nositele v reálném čase. Systém byl testován z pohledu různých lokalitách, tak vlivu stínění různých materiálů na výkon sledovací jednotky. K testování byli vybrány tři sledovací jednotky a jejich případné uplatnění u Horské služby, Hasického zboru nebo Horské služby.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Smart materiály

Senzory

GPS lokator



## ANNOTATION

This bachelor's thesis deals with „smart“ materials and scanning systems study. It is mainly focused on wearer position monitoring in real time. The system has been tested both from the perspective of various locations and the influence of shielding by different materials on the performance of monitored unit. To test were selected three tracking unit and their possible application to the Mountain Rescue Service, fire Corps Mountain or services.

## KEYWORDS

Smart materials

sensors

GPS locator





## OBSAH

OBSAH .....	9
Úvod.....	12
1. Nositelná elektronika .....	13
1.1 Smart textilie .....	13
1.2 Hardware .....	15
2. LilyPad Arduino .....	16
3. Zdroje napájení .....	17
4. Vodivé dráhy .....	19
4.1 Kovové nitě .....	20
4.2 Vyřezání obrazce do lepicí pásky .....	20
4.3 Vodivá vlákna PANI .....	20
4.3 Optická vlákna .....	20
5. Senzory .....	21
5.1 Lehký pás BioHarness.....	21
5.2 Textilní e-soustava GTWM .....	21
5.3 Teplotní čidla .....	22
5.4 GPS Lokátory .....	22
6. Globální poziční systém .....	23
6.1 Možnosti monitorování poloh .....	24
7. Úvod do experimentu .....	25
8. Cíl experimentu .....	25
9. Testované jednotky .....	26
9.1 GPS lokátor T300 .....	26
9.2 GPS lokátor GL200 .....	27
9.3 GPS lokátor PGT 1020+ .....	28
10. Testování .....	29
10.1 Podzemní garáže .....	29



10.2 Volný prostor.....	30
10.3 Budova E – přízemí .....	30
10.4 Budova E – první patro .....	31
10.5 Budova F – přízemí.....	32
10.6 Budova F – suterén.....	32
10.7 Budova F – druhé patro .....	33
10.8 - Budova L – přízemí.....	33
10.9 Budova L – laboratoř.....	34
11. Naměřené výsledky .....	35
11.1 GPS lokátor GL200.....	35
11.2 GPS lokátor T300 .....	39
11.3 GPS lokátor PGT1020+ .....	43
12. Závěr.....	46
12.1 Výkon, přesnost.....	46
12.2 Výdrž baterie .....	47
12.3 Uživatelské rozhraní .....	48
12.4 Uplatnění .....	49
Zdroje.....	50



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ, ZNAČEK A ZKRATEK

TUL	Technická univerzita v Liberci
GPS	Globální poziční systém
GSM	Global systém for Mobile Communication
MENS	mikro-elektromechanické systémy
Li-Ion	Lithium-iontové



## Úvod

Rozvojem nových technologií a materiálů se otevírají nové možnosti aplikací elektronických komponentů v textilním průmyslu. Použitím nanomateriálů, vodivých polymerních vláken, specializované elektroniky a obnovitelných zdrojů energie můžeme vytvořit funkční oděv pro 21. století.

V novém miléniu bude oblečení hlídat zdraví nositele, identifikovat škodlivé látky v ovzduší, poskytovat světelnou identifikaci, nebo lokalizovat polohu s přesností několika metrů.



## 1. Nositelná elektronika

### 1.1 Smart textilie

Nositelná elektronika je takový druh elektroniky, který s kombinací s oděvem získá určitý druh „inteligenci“. K těmto účelům se používají chytré (smart) materiály. Ty mohou vykonávat požadované funkce již na úrovni textilní struktury, nebo za použití elektronických zařízení, které požadované operace vykonávají.

Tyto druhy oděvů je možno vyrábět a používat díky miniaturizaci elektronických součástí a zařízení. Tato zařízení označované jako MENS (mikro-elektromechanické systémy) se dají jednoduše implementovat do oděvu, nezhoršují fyziologické vlastnosti oděvu a nebrání uživateli v pohybu. MENS zařízení je možno prát, je nutné ovšem dodržovat určité opatření na rozdíl od praní běžného oděvu, vždy je také nutno odpojit zdroj napájení. Tyto omezení můžeme zanedbat, použijeme-li textilie vykazující „inteligenci“ na úrovni textilních vláken.

Dosud nejpokročilejší možnost integrace je za použití nanotechnologií. Odpadá nutnost používání konvenčních pevných materiálů. Typickým příkladem je aplikace uhlíkových nanotubu, které zajišťují elektrickou a tepelnou vodivost, dají se opatřit mikro-kapslemi obsahující různé látky jako například léky, vůně nebo antibakteriální přípravky. Mikro-kapsle se integrují přímo do vláken při jejich výrobě (dlouhodobá účinnost), nebo jako povrchová úprava (krátkodobá úprava). Každý oděv, ať už opatření elektronikou nebo bez ní, musí splňovat komfort svému nositeli a to termofyziologický

(tělesná vlhkost, teplota, prostup vzduchu), senzorický, pohybový (oděv nesmí bránit pohybu) a neuropsychologické tj. jak se nositel v obleku cítí, když se oděv dotýká jeho pokožky.

Smart textilie můžeme rozlišovat na aktivní, pasivní a velmi inteligentní, to podle druhu jakou „inteligenci“ vykazují. Jsou velmi citlivé na vnější podněty, jako je změna teploty, tlaku, záření nebo vystavení elektrickému poli. Pasivní jsou citlivé na vnější podněty, reakce je zde nevratná (pouze cítí). Aktivní jsou schopné poznat změnu vnějších podnětů a reagovat na ně. Tato reakce je stále stejná a vratná. Velmi inteligentní smart textilie cítí, reagují a adaptují se.

Tyto velmi inteligentní smart textilie se dají rozdělit do tří generací:

1. Generace-použity konvenční materiály a elektronika přidána na textilní díly
2. Generace-určité funkce jsou integrovány do textilie (displeje, tlačítka...)
3. Generace-vlákná s integrovanou elektronikou



Nakonec je tu smart textilie pro 21. století. Jedná se o sebe-určující, někdy označovány jako samo-učící, tyto textilie obsahují nanoroboty (nanoboty) a jsou dále zkoumány a ve vývoji.

Nositelná elektronika je uplatňována ve všech odvětvích: sportovní oděvy, zdravotnictví, vojenství, oděvy pro volný čas a jiné.

Místo a odvětví použití ovlivňuje hlavně aplikace, kterou je schopen oděv vykonávat, patří sem například Zdravotní snímače (tlak, puls, teplota), GPS, srdeční defibrilátory, telekomunikační snímače a antény, kamerový systém. Nejširší uplatnění elektroniky je ve vojenském průmyslu. Vojáci mají díky integrovaným zařízením lepší komunikaci, lepší orientaci a znalost prostředí, dokážou lépe odhadnout stav svého okolí (přítomnost cizích látek, pohyb a jiné).

Nejznámější jsou ovšem oděvy pro volný čas s integrovaným MP3 přehrávačem, mobilním telefonem a ovládacími prvky jako je textilní klávesnice v rukávu.

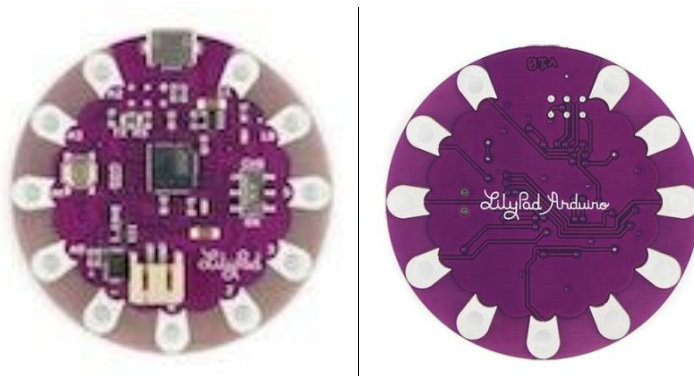
## 1.2 Hardware

Na trhu existuje mnoho variací a verzí hardwaru. Nejrozšířenější je hardware Arduino, který se liší podle požadovaných vlastností. Za zmínku stojí základní Arduino Uno, nejvýkonější Arduino Mega s rozšířenou pamětí, Arduino BT (Bluetooth) pro vzdálenou komunikaci, nejmenší Arduino Micro a mnoho dalších variací (obr.1). Hardware Arduino je možné zakoupit již jako hotově sestavený kus, nebo sestavit dle volitelných dílů podle příslušných manuálů.



Obr. 1: Druhy Arduin – Uno , Mega, BT, Micro

Hardware LilyPad Arduino, který bude použit v této práci, nabízí mnoho variací a je speciálně určen pro implantaci do oděvů. Tomuto účelů je speciálně přizpůsoben jak vlastnostmi, tak i rozměry (průměr 50mm, tlouška základní desky 0,8mm ). Hardware LilyPad má jako jediné zařízení kulatý tvar. Hranatá zařízení s ostrými rohy mohou poškodit oděv, nebo poranit svého nositele. Zařízení LilyPad Arduino je taktéž možné prát, ovšem až po vyjmutí napájecího zařízení (baterie), doporučuje se však prát pouze ručně za použití jemného detergentu a následně nechat volně uschnout. Produkt LilyPad Arduina je možné zakoupit jako hotový komponent bez nutnosti vyvíjení speciálních modulů pro dané oděvy. Díky perforovaným vývodům a hladké zadní strany není nutnost pájení spojů. Aktuálně Arduino nabízí čtyři typy hardwaru LilyPad Arduino a to základní verze LilyPad Arduino, LilyPad Arduino USB s USB konektorem, (Obr. 2) LilyPad Arduino Simple a LilyPad Arduino SimpleSnap



Obr. 2: LilyPad Arduino USB – přední a zadní pohled

## 2. LilyPad Arduino

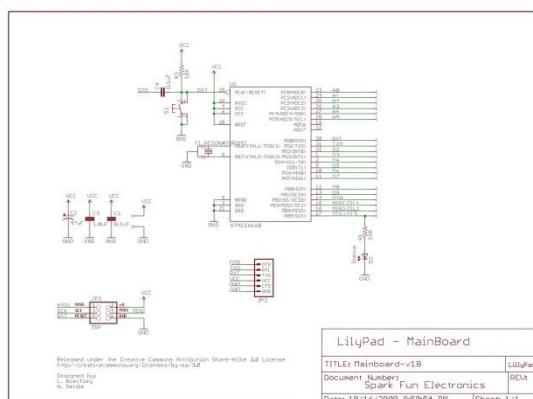
LilyPad Arduino je mikrokontrolní deska určená pro variabilní a e-textilie. Deska je spojena se zdrojem a čidly přes vodivé dráhy. Praní desky se moc nedoporučuje, čištění by mělo být v ruce za použití jemných čistících prostředků a následně nechat odkapat. Desku lze napájet přes USB, nebo připojením externího napájení. Externí napájecí zdroj by měl poskytnout výkon mezi 2,7 a 5,5 voltů, pokud je překročena tato hranice riskuje se zničení desky.

Základní parametry LilyPad Arduino (obr 3) a schéma zapojení (obr 4)

Microcontroller	ATmega168V or ATmega328V
Operating Voltage	2.7-5.5 V
Input Voltage	2.7-5.5 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (of which 2 KB used by bootloader)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Clock Speed	8 MHz

Obr. 3: LilyPad Arduino – základní parametry





Obr. 4: LilyPad Arduino – schéma

### 3. Zdroje napájení

Jednou ze základních otázek které si musíme položit, je výběr správného zdroje napájení. Napájení musí poskytnout dostatečný výkon k provozu všech elektronických zařízení, ale zároveň nesmí nikterak omezovat a ohrožovat nositele a samotný oděv. Mezi nejčastější problémy patří:

- 1) přílišná velikost baterie, která narušuje fyziologický aspekt oděvu, zvětšuje váhu a narušuje vzhled.
- 2) Další z problému jsou ostré hrany některých baterií, které můžou zapříčinit zranění nositele nebo poškození samotného oděvu.
- 3) Přílišné zahřívání zdroje napájení, (baterie), které může propálit oděv a tím ho poškodit, nebo způsobit vážné poranění nositele. Tento problém se vyskytuje hlavně u baterií, které disponují možností opětovného nabití.
- 4) Nutnost odstranění zdroje napájení před zahájením čistícího procesu. Pokud bychom tak neučinili, tak riskujeme vyzkratování celého systému a vážné poškození jak oděvu, tak elektroniky.

Z výše jmenovaných důvodu se postupně upouští od používání klasických baterií typu AA (tužková baterie Obr. 5) a typu AAA (mikrotužková baterie Obr. 6)



Obr. 5: AA nabíjecí tužková baterie – konektor



Obr. 6: AAA nabíjecí mikrotužková baterie

Tento typ baterií je snadno k dostání a jeho cena je nejnižší, výdrž baterie závisí na kapacitě.

S postupným vývojem technologie se objevily Lithium-iontové akumulátory (Li-Ion baterie (Obr. 7). Tento typ akumulátoru jsou jedním z nejrozšířenějších zdrojů. Kvůli vysoké hustotě energie vzhledem k objemu se výborně hodí pro přenosná elektronická zařízení. Tyto baterie disponují čipem, který hlídá a kontroluje stav a průběh nabíjení.

Tyto baterie mají až 3x větší výkon než klasické AA baterie a dají se sehnat v různých tvarech a velikostích. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena.



Obr. 7: Li-Ion baterie

Další možností napájení je použití solárního panelu (Obr. 8). Jedná se o jednorázovou investici, která zajišťuje stálou dodávku energie a odpadá potřeba nabíjení nebo kupování náhradních baterií. Nevýhodou je vysoká cena solárního panelu.



Obr. 8: Solární panel

Nejčastěji se vyskytuje kombinace několika zdrojů jako například Li-Ion + solární panel. Tato kombinace zajišťuje velký výkon při minimální údržbě. To je výhodné hlavně pro uživatele. Také se snižuje pravděpodobnost poškození oděvu vlivem snížení potřeby manipulace s akumulátorem.

#### 4. Vodivé dráhy

Jeden z nejtěžších úkolů pro tvorbu chytrého oblečení je správné zvolení a vytvoření vodivých drah (plošné spoje) od zdroje napájení, přes senzorovou síť až k centrálnímu procesoru. Vodivé dráhy musejí splňovat přísné podmínky hlavně co se bezpečnosti týče.

- 1) Nesmí dojít ke zkratům, které by ohrozily zdraví nositele a poškodily oděv.
- 2) Nesmí se objevovat mrtvá místa, (studený spoj) který zabraňuje přenosu dat a znemožňuje tak správné funkčnosti celého systému.
- 3) Nesmí docházet k zahřívání
- 4) Dráhy musejí být voděodolné a neměly by se poškodit při čištění (přetržení vlivem pomačkání, ohybem)

Jako podkladový materiál může sloužit tkanina tvrzená epoxidovou pryskyřicí nebo polyesterová fólie.

## 4.1 Kovové nitě

Všitím kovové nitě (Obr. 9) jsme schopni vytvořit libovolný tvar a délku dráhy aniž bychom narušili fyziologické vlastnosti obleku, tyto nitě se vyrábějí v široké škále barev. Tato metoda je doposud nejrozšířenější



Obr. 9: kovové nitě

## 4.2 Vyřezání obrazce do lepicí pásky

Tato metoda se dá použít na jakýkoliv materiál, oděv nemusí být speciálně upraven. Nevýhodou je náchylnost lepicí pásky a proto vyžaduje speciální údržbu.

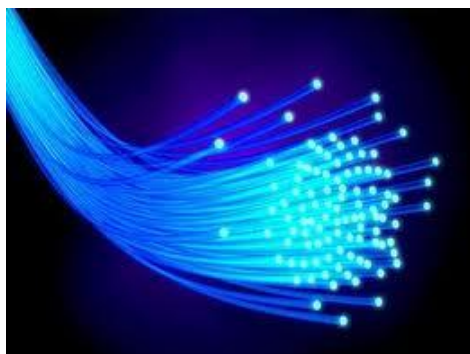
## 4.3 Vodivá vlákna PANI

Postupným vývojem technologie se kovové nitě začaly nahrazovat jiným vodivým materiálem s lepšími mechanickými vlastnostmi.

Mezi tuto kategorii patří elastomer, Lycra nebo bavlna. Jedná se o moderní způsob náhrady kovových nití. Vlákna jsou pružnější a jsou lépe zpracovatelná.

## 4.3 Optická vlákna

(Obr. 10) Používají se pro přenos světelného signálu, jsou citlivá na deformace, chemikálie, elektromagnetické pole a mechanické zatížení jako je tah nebo tlak



Obr. 10: Optická vlákna

## 5. Senzory

Primárním zařízením v celém systému jsou senzory. Existuje mnoho typu senzorů v závislosti na druhu a oblasti použití. Senzory jsou buď přímo nebo za pomoci bezdrátové technologie napojeny na řídicí modul, který shromažďuje vstupní data ze senzorů, vyhodnotí je a posléze odešle jako výstupní data do přijímače (mobil, počítač, LCD displej).

### 5.1 Lehký pás BioHarness

(Obr. 11) – Tento lehký pás který se dá nosit kolem hrudníku je schopen poskytovat komplexní biologická data při výkonu jakékoliv činnosti. Systém provádí přesnou analýzu pohybu i v extrémních podmínkách.

Pás dokáže monitorovat: - Tepovou frekvenci

- Dýchací frekvenci
- Teplotu kůže
- Držení těla
- Úroveň aktivity
- Maximální zrychlení
- Orientační amplitudu dýchání
- Orientační amplitudu EKG
- Orientační šum EKG
- Pohyb v osách x,y,z

Veškeré údaje jsou v reálném čase odesílány do řídicího centra a zároveň i zobrazeny na displeji, který má nositel u sebe (na zápěstí).



Obr. 11: BioHarness

### 5.2 Textilní e-soustava GTWM

Speciální tkanina tvořena z polymerových optických vláken a speciálních inteligentních nití (Obr. 12). Tento senzorový systém dokáže určit polohu fyzikálního problému do několika sekund od vyskytnutí.



Obr. 12: e-soustava GTWM

### 5.3 Teplotní čidla

Samostatné teplotní čidlo (Obr. 13), které snímá teplotu buď subjektu, nebo okolního prostředí v závislosti na umístění a nastavení. Na trhu se vyskytuje široká škála těchto čidel v různých tolerancích v závislosti na ceně.



Obr. 13: Teplotní čidlo Pt100

### 5.4 GPS Lokátory

GPS lokátory (Obr. 14) umožňují v reálném čase sledovat pohyb objektu, nevýhoda těchto lokátorů je vysoká pořizovací cena a i u miniaturních provedení poměrně objemná konstrukce. Na trhu se vyskytuje velké množství lokátorů s rozdílnými parametry.



Obr. 14: mini GPS lokátor

## 6. Globální poziční systém

Globální poziční systém neboli GPS je americký vojenský navigační systém původně vyvinut a používán Ministerstvem obrany Spojených států amerických a je plně funkční od roku 1994. GPS je tvořen ze tří částí.

- 1) Soustavou 24 operačních satelitů (obr 15.) obíhajících zemi každých 12 hodin v 6-ti orbitálních drahách se 4 satelity na jednu dráhu.(obr 16.)
- 2) Řídících a kontrolních pozemních stanic monitorujících „zdraví“ a status satelitů
- 3) GPS receiverů/přijímačů vlastněných uživateli.

Satelity vysílají signály do prostoru, který pokrývají. Ty jsou následně identifikovány GPS přijímači. Každý GPS přijímač tak získává trojrozměrnou lokalizaci (šířka, délka a nadmořská výška) a velice přesný čas. Přesnost GPS času je zapříčiněna atomovými hodinami umístěnými na každém satelitu.



Obr. 15: GPS satelit



Obr. 16: soustava 24 satelitů





Mezi další systém patří ATLAS využívaný bezpečnostními a záchranými složkami ČR. Celý systém je zabezpečen proti vniknutí a je rozdělen do 10 sekcí. Každá sekce představuje jednu organizaci, jako je například policie, armáda, zdravotníci.

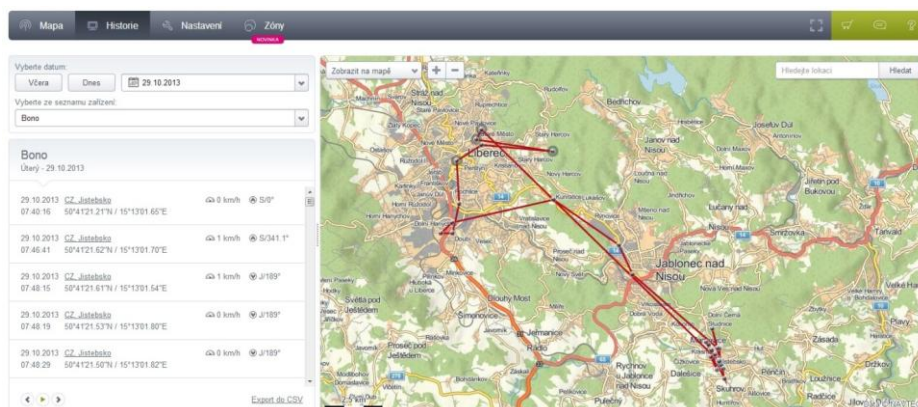
## 6.1 Možnosti monitorování poloh

Pro civilní sledování poloh se používají GPS lokátory a tracky (obr. 17), které pracují na systému GSM (Global system for Mobile Communication). Díky tomuto spojení je pak možné zjistit polohu z mobilního telefonu pomocí SMS nebo MMS, která obsahuje kromě souřadnic i aktuální mapu s vyznačenou pozicí.



Obr. 17: GPS tracker

Někteří poskytovatelé nabízejí i bezplatný přístup na server, ze kterého je možno online sledování v reálném čase (obr. 18), popřípadě historii pohybu i několik dnů popřípadě týdnů nazpět.



Obr. 18: online sledování





## 7. Úvod do experimentu

Měření bylo provedeno za použití tří na sobě nezávislých systémů.

GPS lokátor T300 od společnosti T-Mobile, GPS lokátor GL200 od společnosti Eurosat a GPS lokátor PGT1020+ od společnosti Guardys.

Všechny tři jednotky byly zapnuty ve stejný čas a na stejném místě dvě hodiny před začátkem experimentu mimo měřenou oblast. Jednotkám tak byl poskytnut čas na zahřátí na provozní teplotu a kalibraci, aby byla zajištěna maximální efektivita všech testovaných jednotek.

Všechny tři jednotky měly standartní nastavení s aktualizací polohy po jedné minutě.

## 8. Cíl experimentu

Cílem experimentů bylo otestování jednotek, jejich přesnost, výdrž baterie a schopnost sledování polohy v zastavěné oblasti, na volném prostranství, v budovách a následné určení vhodného systému pro aplikaci do smart oděvu.




## 9. Testované jednotky

### 9.1 GPS lokátor T300

GPS lokátor T300 disponuje SOS tlačítkem pro odeslání okamžité polohy a funkcí telefonování na předem přednastavená čísla.


Technické parametry:

CPA GPS Locator T300	
	Kapacita baterie (mAh) – 850
	Typ baterie – Li-Ion
	Pásmo GSM (MHz) – GSM900, GSM 1800, GSM 1900
	GPRS class – 12
	EDGE – ano
	Ovládací software – <a href="http://www.t-mobile.cz/gpslocator">www.t-mobile.cz/gpslocator</a>
	Cena – 1999Kč

## 9.2 GPS lokátor GL200

GL200 je výkonný, vodě odolný GPS tracker malých rozměrů a malé hmotnosti, určený pro sledování osob, vozidel, domácích zvířat a majetku v reálném čase. Vysoce citlivý přijímač, rychlý TTFF (čas do zjištění první pozice) a Quad-band GSM frekvence 850/900/1800/1900 umožňují sledovat a pravidelně hlásit polohu na server nebo jiné zařízení.

Technické parametry:


GPS Locator GL200	
	Kapacita baterie (mAh) – 1300
	Typ baterie – Li-Polymer
	Pásmo GSM (MHz) – GSM900, GSM 1800, GSM 1900
	GPRS mobile station class – B GPRS multi-slot class 10
	Ovládací software – <a href="http://www.auto-gps.eu/">http://www.auto-gps.eu/</a>
	Cena - 2690 Kč s DPH



### 9.3 GPS lokátor PGT 1020+

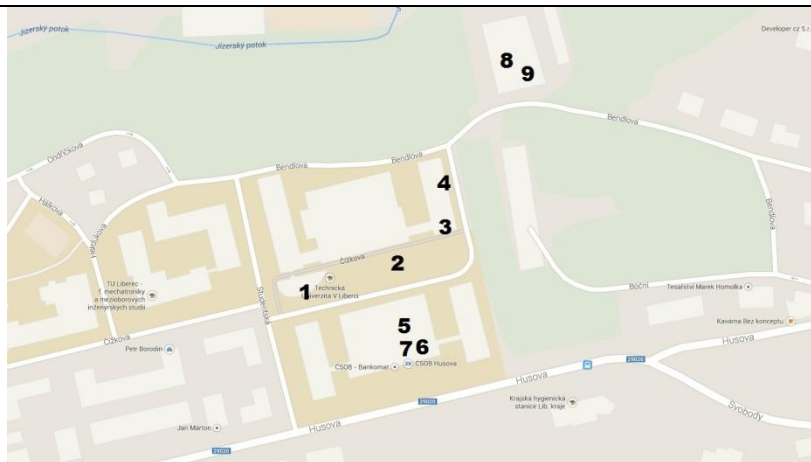
Lokátor PGT 1020+ je malý, lehko ovladatelný lokátor, vhodný pro krátkodobé sledování vozidel, osob, zvířat a seniorů.

Technické parametry:

GPS Locator PGT 1020+	
	Kapacita baterie (mAh) – 500
	Typ baterie – Li-ion
	Pásmo GSM (MHz) – GSM900, GSM 1800, GSM 1900
	Ovládací software – <a href="http://www.auto-gps.eu/">http://www.auto-gps.eu/</a>
	Cena - 3000 Kč s DPH

## 10. Testování

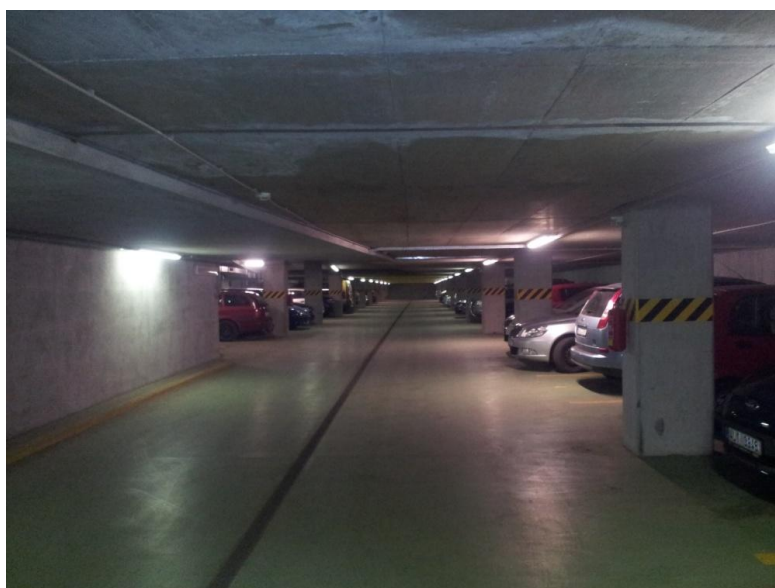
Testování jednotek bylo provedeno v předem určené oblasti v areálu Technické univerzity v Liberci na předem vytipovaných devíti místech.

Testovaná oblast	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Podzemní garáže</li> <li>2- Volný prostor</li> <li>3- Budova E-přízemí</li> <li>4- Budova E-1.patro</li> <li>5- Budova F -přízemí</li> <li>6- Budova F-suterén</li> <li>7- Budova F-2.patro</li> <li>8- Budova L-přízemí</li> <li>9- Budova L- laboratoř</li> </ol>

### 10.1 Podzemní garáže

Podzemní garáže pod informačním centrem v areálu Technické univerzity v Liberci představují ideální testovací oblast. Z důvodů použití vysokého množství železobetonu oblast vykazuje vysoké procento stínění frekvencí a vln potřebné k určení přesné polohy.

Čas měření : 9:05-9:10





## 10.2 Volný prostor

Venkovní prostor mezi budovama E, F a IT nabízí nestíněný výhled a proto slouží jako referenční místo.

Čas měření : 9:11-9:16



## 10.3 Budova E – přízemí

Přízemí v budově E poskytuje oblast obklopenou elektrickým zařízením v klasické cihlové budově.

Čas měření : 9:16-9:20

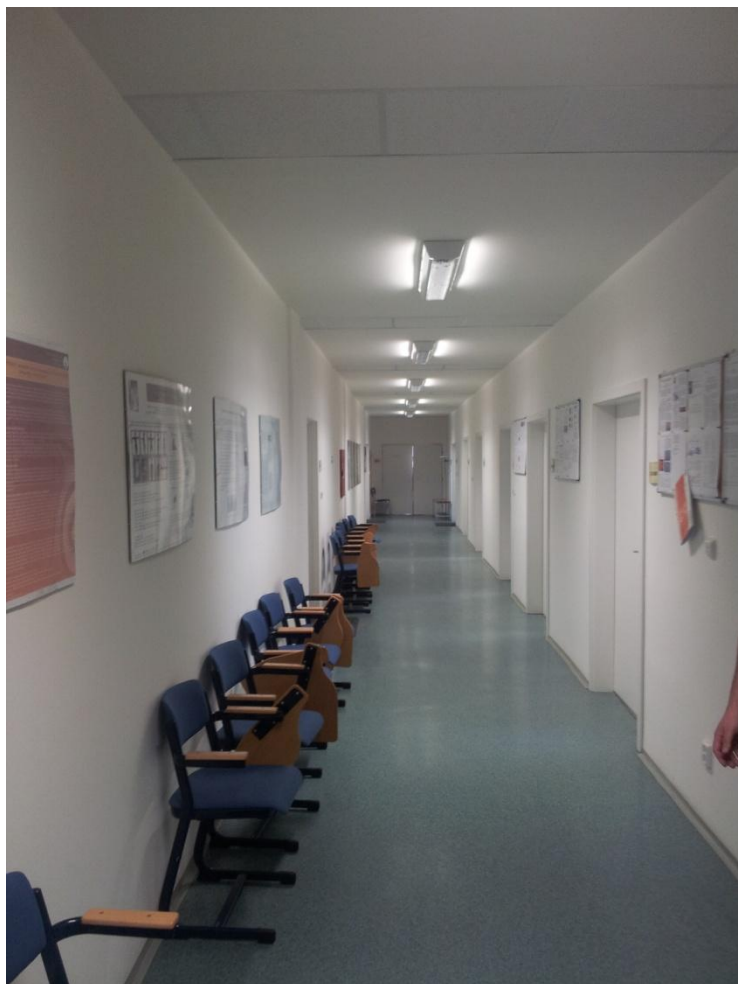




#### 10.4 Budova E – první patro

První patro v budově E je tvořeno kombinací cihel a dřevotřísky a v jeho blízkosti se nachází velký počet elektronického zařízení.

Čas měření : 9:20-9:25







### 10.5 Budova F – přízemí

Budova F byla vybrána kvůli materiálům použitých při výrobě. V přední části se nachází fotovoltaická fasáda, v zadní části se nachází plechová stěna.

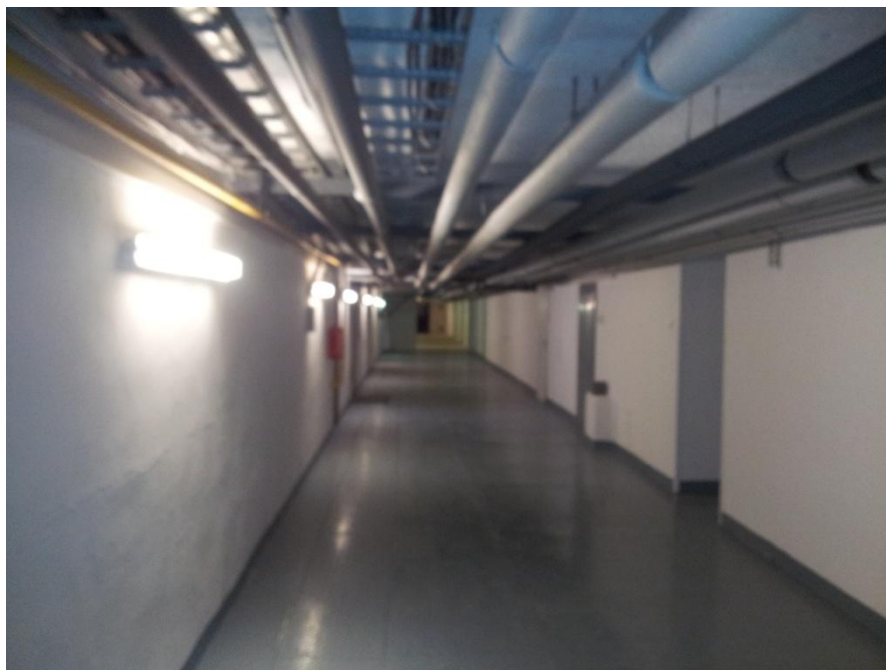
Čas měření : 9:26-9:31



### 10.6 Budova F – suterén

Suterén v budově F poskytuje ztížené podmínky pro většinu sledovacích systémů.

Čas měření : 9:31-9:36







### 10.7 Budova F – druhé patro

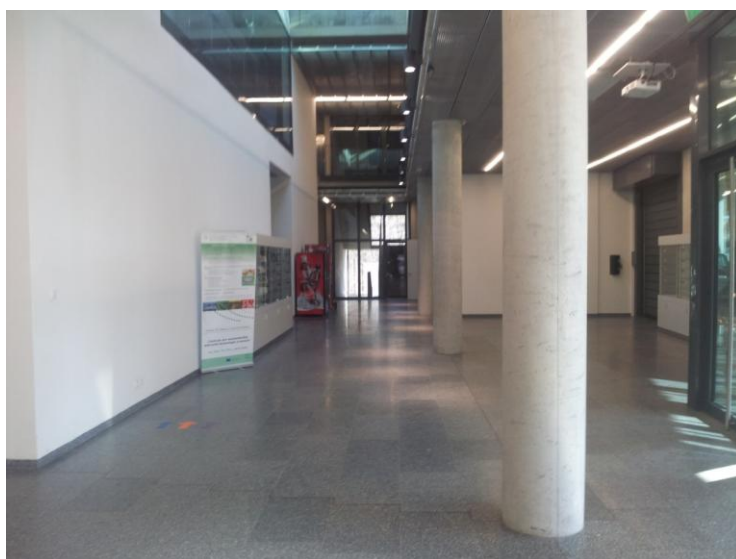
Čas měření : 9:37-9:42



### 10.8 - Budova L – přízemí

Budova L je zvláštní kvůli použitému materiálu na obložení budovy. Celá budova je obložena měděnými pláty, které způsobují stínění signálů. V přízemí budovy je velké množství oken.

Čas měření : 9:56-10:02





### 10.9 Budova L – laboratoř

Laboratoř v budově L se nachází ve vnitřních prostorách, kromě měděné ochrany je obehnaná i velkou vrstvou železobetonu.

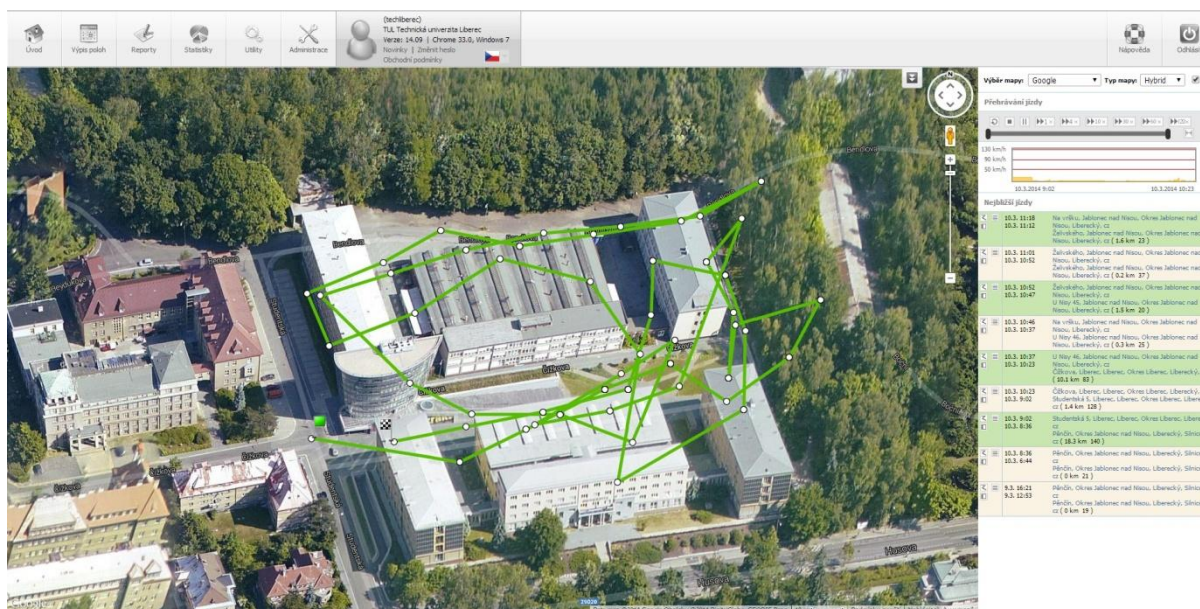
Čas měření : 10:02-10:10



## 11. Naměřené výsledky

Všechna získaná data z testovaných jednotek byla vyhodnocena a seřazena podle testované pozice.

### 11.1 GPS lokátor GL200



GL200 vykazoval výborné výsledky. Maximální odchylka od aktuální polohy činila 5m. Jednotka GL200 ztratila GPS signál ve 4 případech a to na kontrolních bodech 1,6,8,9.

Systém od společnosti Eurosad je přehledný a nabízí širokou škálu nastavení včetně varování při ztrátě pohyblivosti jednotky ( přechod do úsporného režimu. )

Jednotka GL 200 dopadla nejlépe ze všech testovaných systémů.

Podzemní garáže

počet měření	čas	síla GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:06	ztráta signálu		1min
2	9:07	ztráta signálu		1min
3	9:08	ztráta signálu		1min
4	9:09	ztráta signálu		1min
5	9:10	ztráta signálu		1min



### Volný prostor

počet měření	čas	sil a GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:11:37		20m	5s
2	9:11:42		25m	12s
3	9:11:57		16m	5s
4	9:12:12		15m	5s
5	9:12:22		10m	10s
6	9:12:27		5m	5s
7	9:12:42		5m	15s
8	9:12:57		7m	15s
9	9:13:12		3m	15s
10	9:13:27		1m	15s
11	9:13:42		5m	5s
12	9:13:57		9m	15s
13	9:14:11		2m	14s
14	9:14:27		2m	16s
15	9:14:41		2m	14s
16	9:14:56		4m	15s
17	9:15:11		5m	15s

### Budova E - přízemí

počet měření	čas	sil a GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:15:26		5m	
2	9:15:41		15m	
3	9:15:56		20m	
4	9:16:11		10m	
5	9:16:26		10m	
6	9:16:41		5m	
7	9:16:58		5m	
8	9:17:11		25m	
9	9:17:26		20m	
10	9:17:41		15m	
11	9:17:56		5m	
12	9:18:11		9m	



13	9:18.26	10m
14	9:18:41	20m
15	9:18:56	10m
16	9:19:11	10m
17	9:19:26	25m
18	9:19:31	25m
19	9:19:41	10m
20	9:19:56	5m
21	9:20:11	10m

Budova E - 1.patro

počet měření	čas	silá GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:20:26		10m	
2	9:20:41		15m	
3	9:20:55		30m	
4	9:21:11		15m	
5	9:21:25		20m	
6	9:21:41		5m	
7	9:21:55		5m	
8	9:22:11		25m	
9	9:22:55		1m	
10	9:22:40		15m	
11	9:22:55		5m	
12	9:23:10		9m	
13	9:23:25		15m	
14	9:23-9:25	ztráta signálu		0 2min

Budova F-přízemí

počet měření	čas	silá GPS signálu	přesnost	Časová prodleva
1	9:25:25		5m	
2	9:26:00		5m	
3	9:27:00	ztráta signálu		1min
4	9:28:00	ztráta signálu		1min
5	9:29:00	ztráta signálu		1min



6	9:30:00	ztráta signálu	1min
7	9:31:00	ztráta signálu	1min

#### Budova F-suterén

počet měření	čas	silu GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:31:00	ztráta signálu		1min
2	9:32:00	ztráta signálu		1min
3	9:33:00	ztráta signálu		1min
4	9:34:00	ztráta signálu		1min
5	9:35:00	ztráta signálu		1min
6	9:36:00	ztráta signálu		1min

#### Budova F-2. patro

počet měření	čas	silu GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:37:00	ztráta signálu		1min
2	9:38:00	ztráta signálu		1min
3	9:39:00	ztráta signálu		1min
4	9:40:00	ztráta signálu		1min
5	9:41:00	ztráta signálu		1min
6	9:42:00	ztráta signálu		1min

#### Budova L - přízemí

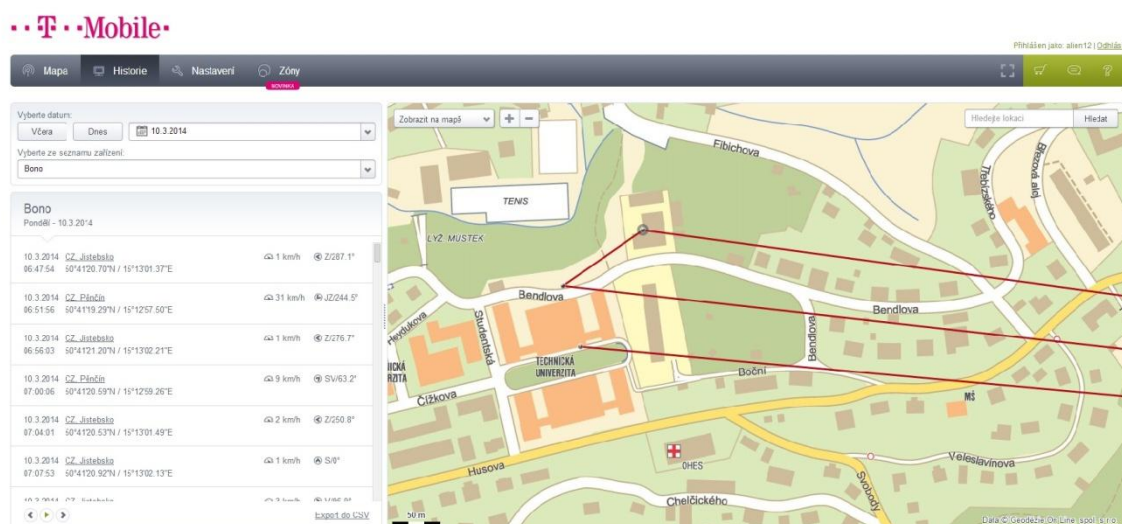
počet měření	čas	silu GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:56:05		30m	
2	9:56:20		25m	
3	9:56:35		15m	
4	9:57:00	ztráta signálu		1min
5	9:58:00	ztráta signálu		1min
6	9:59:00	ztráta signálu		1min
7	10:00:00	ztráta signálu		1min
8	10:01:00	ztráta signálu		1min
9	10:02:00	ztráta signálu		1min



## Budova L - Laboratoř

počet měření	čas	silu GPS signálu	přesnost	časová prodleva
1	10:02:00	ztráta signálu		1min
2	10:03:00	ztráta signálu		1min
3	10:04:00	ztráta signálu		1min
4	10:04:00	ztráta signálu		1min
5	10:05:00	ztráta signálu		1min
6	10:06:00	ztráta signálu		1min
7	10:07:00	ztráta signálu		1min
8	10:08:00	ztráta signálu		1min
9	10:09:00	ztráta signálu		1min
10	10:10	ztráta signálu		1min
11	10:11:16		20m	

## 11.2 GPS lokátor T300



T300 zaznamenal polohu pouze ve dvou případech a to na kontrolním bodě 2 a 8. Jednotka se nedokázala zaměřit a udávala chybná data o poloze. Odchylna přesahovala 500m.

Systém od společnosti T-mobile je přehledný a jednotka je snadno nastavitelná.

Jednotka dopadla nejhůře ze všech testovaných jednotek.



#### Podzemní garáže

počet		sila		GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva	
1	9:06	ztráta signálu		1min	
2	9:07	ztráta signálu		1min	
3	9:08	ztráta signálu		1min	
4	9:09	ztráta signálu		1min	
5	9:10	ztráta signálu		1min	

#### Volný prostor

počet		sila		GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva	
1	9:11:00	ztráta signálu	0		
2	9:12:41		5m		
3	9:13:00	ztráta signálu	0		
4	9:14:00	ztráta signálu	0		
5	9:15:00	ztráta signálu	0		

#### Budova E - přízemí

počet		sila		GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva	
1	9:16:00	ztráta signálu	0		
2	9:17:00	ztráta signálu	0		
3	9:18:00	ztráta signálu	0		
4	9:19:00	ztráta signálu	0		
5	9:20:00	ztráta signálu	0		

#### Budova E - 1.patro

počet		sila		GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva	
1	9:21:00	ztráta signálu	0		
2	9:22:00	ztráta signálu	0		
3	9:23:00	ztráta signálu	0		
4	9:24:00	ztráta signálu	0		





5 9:25:00 ztráta signálu 0

#### Budova F-přízemí

počet měření	čas	silapřesnost signálu	GPS časová prodleva
1	9:26:00	ztráta signálu	0
2	9:26:00	ztráta signálu	0
3	9:27:00	ztráta signálu	0
4	9:28:00	ztráta signálu	0
5	9:29:00	ztráta signálu	0
6	9:30:00	ztráta signálu	0
7	9:31:00	ztráta signálu	0

#### Budova F-suterén

počet měření	čas	silapřesnost signálu	GPS časová prodleva
1	9:32:00	ztráta signálu	0
2	9:33:00	ztráta signálu	0
3	9:34:00	ztráta signálu	0
4	9:35:00	ztráta signálu	0
5	9:36:00	ztráta signálu	0

#### Budova F-2. patro

počet měření	čas	silapřesnost signálu	GPS časová prodleva
1	9:37:00	ztráta signálu	0
2	9:38:00	ztráta signálu	0
3	9:39:00	ztráta signálu	0
4	9:40:00	ztráta signálu	0
5	9:41:00	ztráta signálu	0
6	9:42:00	ztráta signálu	0

#### Budova L - přízemí

počet měření	čas	silapřesnost signálu	GPS časová prodleva
-----------------	-----	-------------------------	------------------------



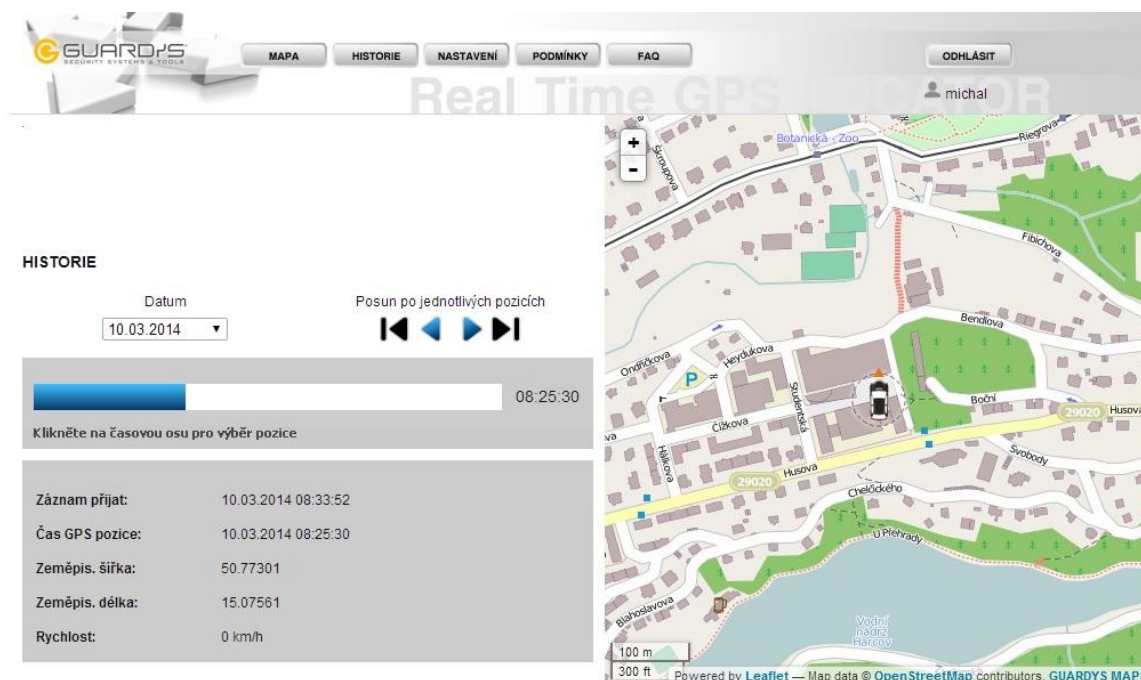
1	9:56:00	ztráta signálu	0
2	9:57:00	ztráta signálu	0
3	9:58:00	ztráta signálu	0
4	9:59:00	ztráta signálu	0
5	10:00:00	ztráta signálu	0
6	10:01:00	ztráta signálu	0
7	10:02:00	ztráta signálu	

Budova L - Laboratoř

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	10:02:00	ztráta signálu	0	
2	10:03:00	ztráta signálu	0	
3	10:04:00	ztráta signálu	0	
4	10:05:00	ztráta signálu	0	
5	10:06:00	ztráta signálu	0	
6	10:07:00	ztráta signálu	0	
7	10:08:38		5m	
8	10:09:00	ztráta signálu	0	
9	10:10:00	ztráta signálu	0	
10	10:11	ztráta signálu	0	



## 11.3 GPS lokátor PGT1020+



PGT 1020+ vykazoval maximální odchylku od aktuální polohy 5m a ztratila GPS signál ve 4 případech a to na kontrolních bodech 1,6,8,9.

Systém od společnosti Guardys je uživatelsky velice přívětivý a velmi jednoduchý na ovládání. Systém postrádá grafické zobrazení pohybu. PGT 1020+ dopadl o něco hůře jako jednotka GL 200.

Podzemní garáže

počet měření	čas	síla signálu	GPS přesnost	časová prodleva
1	9:06	ztráta signálu		1min
2	9:07	ztráta signálu		1min
3	9:08	ztráta signálu		1min
4	9:09	ztráta signálu		1min
5	9:10	ztráta signálu		1min

Volný prostor

počet měření	čas	síla signálu	GPS přesnost	časová prodleva
1	9:11:49		5m	3s
2	9:12:52		5m	1s
3	9:13:55		5m	1s



4 9:14:59 5m 0s

Budova E - přízemí

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:16:01		5m	1s
2	9:17:04		5m	1s
3	9:18:07		5m	1s
4	9:19:10		6m	1s
5	9:20:13		6m	1s

Budova E - 1. patro

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:21:16		10m	1s
2	9:22:19		10m	1s
3	9:23:22		15m	1s
4	9:24:25	ztráta signálu		0

Budova F-přízemí

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:25:28		5m	2s
2	9:26:31	ztráta signálu		0
3	9:27:34	ztráta signálu		0
4	9:28:37	ztráta signálu		0
5	9:29:41	ztráta signálu		0
6	9:30:43	ztráta signálu		0
7	9:31:46	ztráta signálu		0

Budova F-suterén

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:32:49	ztráta signálu	0	1min
2	9:33:52	ztráta signálu	0	1min



3	9:34:55	ztráta signálu	0	1min
4	9:35:58	ztráta signálu	0	1min

Budova F-2. patro

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:37:01	ztráta signálu	0	1min
2	9:38:04	ztráta signálu	0	1min
3	9:39:08	ztráta signálu	0	1min
4	9:40:10	ztráta signálu	0	1min
5	9:41:13	ztráta signálu	0	1min
6	9:42:16	ztráta signálu	0	1min

Budova L - přízemí

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	9:56:58		10m	1s
2	9:58:01	ztráta signálu	0	
3	9:59:04	ztráta signálu	15m	
4	10:00:08	ztráta signálu	0	
5	10:01:10	ztráta signálu	0	
6	10:02:16	ztráta signálu	0	

Budova L - Laboratoř

počet		sil	GPS	
měření	čas	signálu	přesnost	časová prodleva
1	10:02:27	ztráta signálu	0	
2	10:03:18	ztráta signálu	0	
3	10:04:21	ztráta signálu	0	
4	10:04:00	ztráta signálu	0	
5	10:05:24	ztráta signálu	0	
6	10:06:27	ztráta signálu	0	
7	10:07:31	ztráta signálu	0	
8	10:08:33	ztráta signálu	0	
9	10:09:36	ztráta signálu	0	



10	10:10	ztráta signálu	0
11	10:11:43	ztráta signálu	0

## 12. Závěr

### 12.1 Výkon, přesnost

Z naměřených dat byla zjištěna přesnost a spolehlivost jednotlivých sledovacích jednotek. Po přezkoumání a vyhodnocení všech získaných dat bylo zjištěno, že GPS lokátor GL200 (Obr. 19) dosahuje nejvyššího výkonu.



Obr. 19: GPS lokátor GL 200

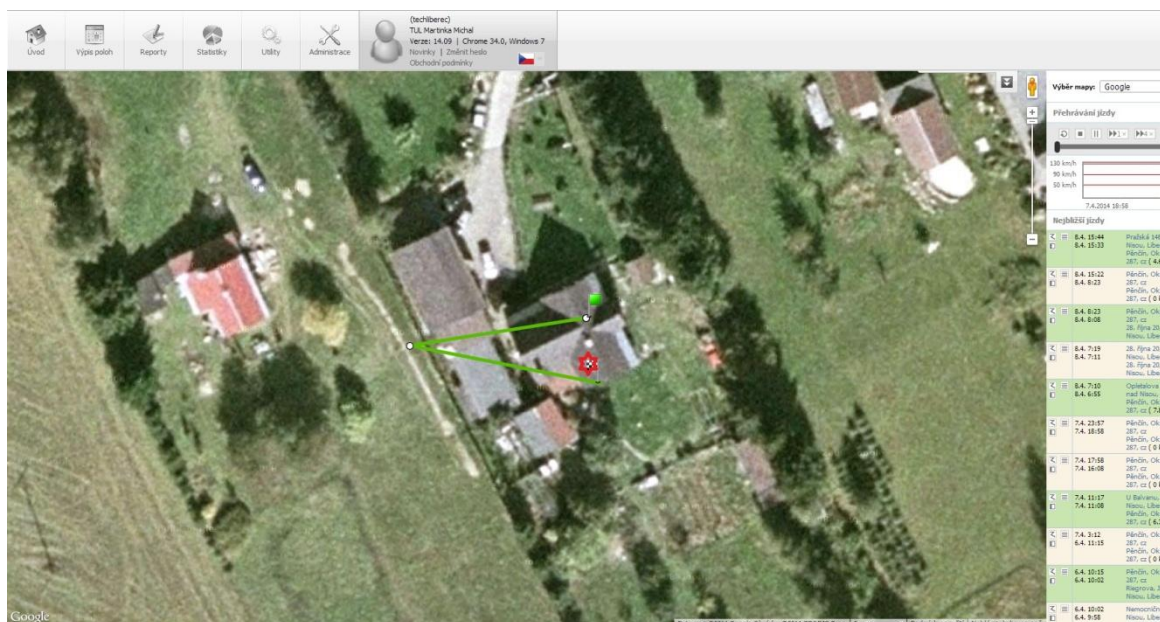
Přesnost měřeného zařízení byla zjištěna na +/- 15m od měřeného místa (Obr. 20). Tato vzdálenost se mění v závislosti na lokalitě kde je sledování prováděno (otevřené prostranství, městská zástavba, uvnitř budovy .. )

Na základě změny hodnoty nadmořské výšky a výšky budovy můžeme do jisté míry určit v jakém patře se subjekt nachází.

Pomocí všech získaných dat můžeme s přesností kolem 90% určit kde se sledovaný subjekt pohybuje, jakou rychlostí se pohybuje, zda se nachází v dopravním prostředku.

Jednotka funguje v rozmezí 90 – 100 % v otevřeném terénu, kde také může najít největší uplatnění. V rozmezí 60 - 90 % v městské zástavbě.

Ve sklepeních a podzemních lokalitách systém přestává fungovat, proto není do těchto lokalit vhodný.



Obr. 20: skutečná vrz naměřená poloha

Na Obr.20, je znázorněná skutečná poloha červenou značkou, rozdíl mezi skutečnou polohou a naměřenou činí v jednom případě 2m, ve druhém případě 15m a ve třetím případě 1,5m.

## 12.2 Výdrž baterie

Všechny zkoumané jednotky se podrobily intenzivnímu měření zaměřený na výdrž baterie. Jednotlivé jednotky byly několikrát plně nabity a následně ponechány normální i extrémní provozní aktivitě.

Z naměřených údajů bylo zjištěno, že všechny sledované jednotky mají přibližně stejnou dobu výdrže baterie. Přibližně 2-3 dny.

Výdrž baterie je možné zvýšit zapojením externího zdroje napájení jako je solární dobíjecí jednotka.

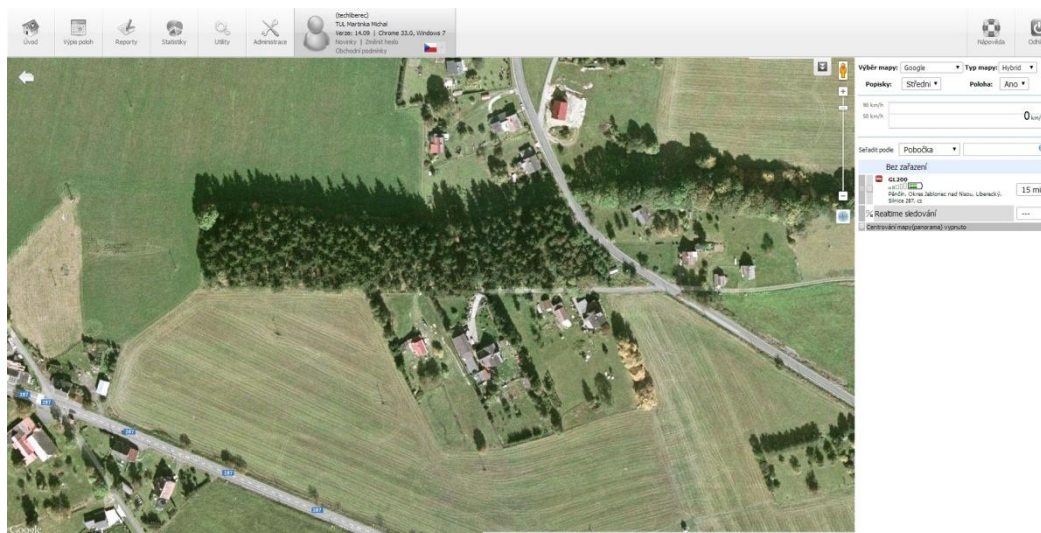




Obr. 3: Li-Ion baterie

## 12.3 Uživatelské rozhraní

Všechny testované jednotky nabízejí unikátní ovládací rozhraní (Obr. 21). K uživateli nejprůvčetnější je rozhraní patřící k jednotce GL200. Tento ovládací systém umožňuje nejširší možnosti nastavení GPS lokátoru, stejně tak i nejprůhlednější výpisy.



Obr. 21: Uživatelské rozhraní GL 200

Veškeré naměřené údaje v tomto rozhraní můžeme zobrazit graficky na foto mapě, geologické mapě nebo pomocí 3D zobrazení přes google street a nebo pomocí textového programu, u kterého můžeme vyjet přesný čas aktualizace, rychlost jednotky a vzdálenost kterou jednotka urazila.





GPS lokátor můžeme rovněž nastavit na upozornění v případě, že se sledovaný subjekt přestane pohybovat, opustí sledovanou zónu, nebo naopak vstoupí do vyhrazené zóny.

## 12.4 Uplatnění

Koncept monitorování polohy v reálném čase najde své uplatnění u horské záchranné služby, u hasičů zasahujících při povodních nebo v otevřeném terénu, může sloužit jako bezpečnostní opatření pro důchodce nebo školáky, rovněž může být neocenitelným pomocníkem pro nemocné lidi ať už trpící Alzheimerovou chorobou nebo mentální poruchou.



## Zdroje

*arduino* [online]. © 2011 (cit.25,4,2013)

URL:< <http://arduino.cc/en/Main/Products>>

Drašarová Jana *práce* [online]. © 2011 (cit.25,4,2013)

URL:<

[http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/1\\_zakladni\\_pojmy.pdf](http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/1_zakladni_pojmy.pdf)>

*posterus* [online]. © 2011 (cit.25,8,2013)

URL:< <http://www.posterus.sk/?p=11358>>

*tme* [online]. © 2011 (cit.25,8,2013)

URL:< <http://www.tme.eu/cz/details/pt106051/teplotni-cidla-odporova/#>>

*sparkfun* [online]. © 2011 (cit.27,9,2013)

URL:< <https://www.sparkfun.com/categories/82>>

*kod*[online]. © 2011 (cit.27,9,2013)

URL:<

[http://www.kod.tul.cz/predmety/VTK/prednasky/hi\\_tech%20\[Re%C5%BEim%20kompatibility\].pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/VTK/prednasky/hi_tech%20[Re%C5%BEim%20kompatibility].pdf)>

*ehodinky*[online]. © 2011 (cit.26,10,2013)

URL:<<http://www.ehodinky.cz/slovnicek-hodinky/gps-globalni-pozicni-system-44.html>>

*gpstracker*[online]. © 2011 (cit.26,10,2013)

URL:< <http://shop.gpstracker.cz/gpstracker/eshop/1-1-Gps-trackery/0/5/2-GUARDYS-PGT-1020-DOPRODEJ-ZASOB-2011>>

*gpslocator*[online]. © 2011 (cit.26,10,2013)

URL:< <https://gpslocator.position.cz/>>

*T-mobile*[online]. © 2011 (cit.7,12,2013)

URL:< <https://eshop.t-mobile.cz/detail/11327531/#prodchars>>



*guardys*[online]. © 2011 (cit.12,03,2014)

URL:< <http://track.guardys.cz/index.php?logout=1>>

*eurosat*[online]. © 2011 (cit.12,03,2014)

URL:< <https://online.auto-gps.eu/cnt/login/index?r=cnt%2Foverview%2Findex> >